

Nielokalność Bella jest fundamentalną koncepcją w mechanice kwantowej, która ujawnia nieklasyczne korelacje między splątanymi układami kwantowymi, których nie można wyjaśnić żadną lokalną teorią zmiennych ukrytych. Zjawisko to nie jest tylko przedmiotem zainteresowania teoretycznego, ale odgrywa również kluczową rolę w praktycznej certyfikacji urządzeń kwantowych. W szczególności nielokalność Bella zapewnia potężne narzędzie do certyfikacji działania urządzeń kwantowych w sposób niezależny od urządzenia, co oznacza, że certyfikacja nie polega na zaufaniu do wewnętrznych działań urządzeń, ale raczej na statystycznych właściwościach wyników pomiaru.

Niniejsza rozprawa składa się z trzech artykułów, które badają nielokalność Bella i jej najbardziej bezpośrednie zastosowanie, certyfikację urządzeń kwantowych. Pierwsza część rozprawy zawiera krótkie wprowadzenie do tych tematów, podczas gdy druga część przedstawia każde z trzech badań.

Pierwsze z badań omawia standardowe podejście do obu tematów poprzez skonstruowanie rodziny nierówności Bella i scharakteryzowanie ich optymalnej realizacji. Obejmuje to poddanie pomiarów jednej ze stron niezależnemu od urządzenia protokołowi certyfikacji i samodzielne testowanie optymalnego współdzielonego stanu.

W drugim badaniu wprowadzamy odmianę protokołu kodu losowego dostępu (RAC), określaną jako stronnicze RAC. Następnie opracowujemy półniezależny od urządzenia protokół certyfikacji dla pomiarów dekodowania, który obejmuje wszystkie przypadki kodowania 2-bitowego i niektóre przypadki kodowania 3-bitowego.

Ostatnie badanie przedstawia zastosowanie ogólnych technik uczenia maszynowego i nauki o danych w najprostszym scenariuszu Bella i jego wariancie dla przestrzeni korelacji, ujmując problem jako zadanie klasyfikacyjne w celu odróżnienia zachowań niesygnalizacyjnych między kwantowymi i niekwantowymi. Podczas gdy modele uczenia maszynowego nie przewyższają istniejących metod, nasze badanie technik klasyfikacji zachowań doprowadziło do opracowania nowych wariantów algorytmów huśtawki i NPA, co pozwala nam badać nieeksponowane punkty na granicy zbioru kwantowego CHSH.